

**EVALUACIÓN ECONÓMICA SECTORIAL DE LA
INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURAS DEL
TRANSPORTE: APLICACIÓN AL VECTOR DE
INVERSIONES 1990-1998 EN ESPAÑA¹.**

TARANCÓN MORÁN, Miguel A.
Universidad de Castilla – La Mancha, España

Resumen:

Se analizan los enfoques agregados e intersectorial para la evaluación de una inversión en infraestructuras del transporte. Se propone un enfoque integrador que permite un cambio controlado de los coeficientes Input-Output y se presenta una aplicación a la economía española en 1990-98

Abstract:

In this article we analyse the investment on transport using the aggregated and inter-sectoral approach. We adopt a technique of integrated focus, which allows for a controlled change of the coefficients Input-Output, applying it to the Spanish economy in the period 1990-98.

JEL classification: C67, H54, L74, L91

Palabras clave: Infraestructuras Transporte Input-Output Ajuste-matemático

1. Introducción

Una de las decisiones de política pública con más repercusiones económicas y sociales es la inversión en infraestructuras del transporte, tanto por el efecto articulador y de reducción de costes que aporta la infraestructura, como por el propio efecto multiplicador de la inversión.

¹ El autor quiere agradecer su inestimable guía a los profesores Timoteo Martínez Aguado y Antonio Vázquez Muñiz, a lo largo de la realización del proyecto de la Comisión Europea ECONOMETRIST, de evaluación económica de las actividades del transporte en los países miembros de la UE.

Concretamente, los efectos económicos de la inversión en infraestructura del transporte pueden dividirse en endógenos (sobre el propio sector del transporte) y exógenos (sobre el resto de la economía). A su vez, pueden distinguirse los efectos originados en la fase de construcción de la infraestructura y en la fase de funcionamiento, Martín Urbano(1993).

Es común la explotación directa de esta matriz, utilizándola como filtro que desagrega por ramas de actividad los agregados económicos provenientes de los modelos basados en la oferta y demanda agregados.

En este trabajo se propone un enfoque integrador basado en un modelo de optimización matemática y una metodología que dote de coherencia a las distintas informaciones técnicas, económicas y estructurales implicadas en la evaluación del impacto de la infraestructura en cuestión.

A modo de ejemplo se ofrecen resultados obtenidos en la evaluación del vector de inversión en infraestructuras del transporte en España, durante el período 1990-1998. Para ello se ha procedido a ajustar las tablas input-output de los años 1995-1998 (años en los que no existen tablas publicadas) en coherencia con los agregados económicos de estos años y con la evolución de la estructura económica de la tabla en condiciones de estabilidad.

Posteriormente, se ha desagregado la inversión de cada año por tipos de infraestructura y ramas de actividad mediante criterios de experto, y se ha impactado con estos vectores sobre las matrices de coeficientes de cada año de evaluación.

En el apartado 2 se muestran someramente los distintos enfoques de evaluación de infraestructuras. En el apartado 3 se presenta la propuesta integradora. Los apartados 4 y 5 muestran el modelo matemático y las etapas metodológicas correspondientes. El apartado 6 presenta la aplicación, cuyos resultados son expuestos en el apartado 7. En el apartado 8 se recogen las principales conclusiones del trabajo.

2. Enfoques Modelizadores del Impacto de la Inversión en Infraestructuras del Transporte

Para la cuantificación de los efectos de una inversión en infraestructuras del transporte existen varios enfoques modelizadores. Una posible clasificación de enfoques se detalla en Martínez Aguado et al.(1996). Esta clasificación plantea la consideración de la actividad del transporte desde una doble perspectiva², lado de la demanda y lado de la oferta:

Enfoque de la Oferta Agregada. Una inversión en infraestructura de transporte posibilitará un incremento en la capacidad productiva del sector transporte, lo que permitirá mejorar la competitividad del sector privado que canaliza este beneficio en una reducción de los costes del transporte y un aumento de la productividad de los factores de producción.

Enfoque de la Demanda Agregada. La inversión en infraestructura de transporte es una componente más de la inversión pública y, como tal, puede jugar un papel de impulsora de la actividad económica, y en la generación de empleo y rentas. Por otro lado, los aspectos de financiación provocarán repercusiones sobre las variables fiscales y presupuestarias y sobre los mercados financieros de la economía.

Análisis Interindustrial. Desde la óptica de la producción, la realización de una inversión en infraestructura de transporte conlleva, en la fase de construcción, la adquisición de inputs intermedios y primarios en cadena, lo que termina por afectar, con mayor o menor intensidad, a la mayoría de las ramas productivas del país.

A continuación se detallan los tipos de modelos relacionados con los enfoques anteriores, incidiendo en algunas experiencias empíricas revisadas en cada caso.

² Esta doble perspectiva es también considerada en Diekmann (2000, pp. 4).

Modelos basados en el Enfoque de la Oferta Agregada.

La modelización macroeconómica sobre inversiones en infraestructuras ha tratado de buscar evidencia empírica sobre la relación entre infraestructura y productividad. La mayor parte de los estudios empíricos se basan en las tradicionales funciones de producción incluyendo como variable explicativa el stock de capital público y detallando en ocasiones el stock correspondiente a las inversiones en infraestructuras del transporte.

$$Q = f(L, K, G) = AL^\alpha K^{\beta_1} G^{\beta_2} e^u$$

tomando logaritmos:

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln L + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln G + u$$

con:

Q Valor añadido de una región (nación), L Cantidad de factor trabajo, K Capital privado, G Capital público, u Perturbación aleatoria.

donde G puede descomponerse según los tipos de inversión, dentro de los cuáles se encuentra la infraestructura de transporte.

Entre los distintos modelos empíricos basados en este enfoque, en el caso de España, cabe destacar los reunidos en el cuadro 1.

Modelos basados en la Modelización Macroeconométrica: Los modelos macroeconómicos tratan de representar, mediante un conjunto de ecuaciones, el funcionamiento de un sistema económico. Los parámetros del modelo, que cuantifican las relaciones establecidas en el sistema económico, son calculados mediante técnicas inferenciales en base a series históricas de datos. Por otro lado, en el caso concreto de las actividades del transporte, han surgido modelos macroeconómicos en los que existe un mayor detalle de las ecuaciones relacionadas con dicho sector, lo que da lugar a los llamados *modelos macroeconómicos del transporte*.

Cuadro 1. Modelos Empíricos por el Lado de la Oferta Agregada aplicados a España

| <i>Autor</i> | <i>Tipo de Aplicación</i> | <i>Modelo Empírico</i> |
|--|---|--|
| Raymond (1989), (1992) | Ámbito: (1964-87) | Función de Producción Cobb-Douglas |
| Inglada (1992) | Ámbito: (1964-88) Considera el Sector Privado | Función de Producción Cobb-Douglas ampliada |
| Bajo-Rubio y Sosvilla- Rivero (1993) | Ámbito: (1964-88) Considera el Sector Privado | Función de Producción Cobb-Douglas y análisis de cointegración |
| ARGIMÓN et al (1994) | Ámbito: (1964-88) Considera el Sector Privado | Función de Producción Cobb-Douglas ampliada y análisis de cointegración. Función de PTF |
| Mas, Maudos, Pérez y Uriel (1994) | Ámbito: 17 regiones (1980-89) Stock de Capital Público | Función de Producción Cobb-Douglas ampliada |
| Flores de Frutos, Gracia y Pérez (1994) | Ámbito: (1964-92) Considera el sector privado | Modelo multiecuacional dinámico |
| Cutanda y Paricio (1994) | Ámbito: 17 regiones Índices de Infraestructuras | Función lineal de la renta per cápita |

Fuente: Martínez Aguado et al.(1996).

a) Modelos econométricos nacionales: Representan la estructura económica de un país y están basados en la información suministrada por las cuentas nacionales. Las relaciones representadas pueden agruparse, tradicionalmente, en los siguientes grandes bloques de ecuaciones: demanda agregada, oferta agregada, sistema de precios, mercado de trabajo, mercado monetario, sector gubernamental, proceso de inversión empresarial y mercado exterior. En general, como se señala en Bolton(1991), este tipo de modelos nace como elaboraciones avanzadas del modelo de equilibrio general keynesiano de los mercados de bienes y servicios, trabajo, monetarios y financieros. En lo referente al ámbito de España, pueden destacarse los modelos expuestos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Modelos Econométricos de la Economía Española

| <i>Modelo</i> | <i>Institución, periodo</i> | <i>Bloques</i> |
|--------------------------------|--|---|
| Trimestral PREFICO | Instituto de Estudios Fiscales. 1962-71 | Demanda, producción, empleo y rentas; deflactores; sector fiscal |
| Trimestral del Banco de España | Banco de España 1962-72 | Demanda; salarios y empleo; precios; sector público; sector financiero |
| COPLAN | Comisaría del Plan de Desarrollo | Bloque interindustrial; comercio exterior; submodelo a medio plazo; submodelo a largo plazo |
| IBERO-80 | Profesora Ana Yabar | Demanda, distribución de rentas, precios, tributario |
| HISPA | UAM 1955-71 | Demanda, salarios y renta, sector fiscal, precios de consumo |
| GUISÁN | M ^a del Carmen Guisán 1964-74 | Crecimiento, oferta y demanda de capital, oferta y demanda de materias primas, oferta y demanda de trabajo |
| SIM-II | Instituto Nacional de Prospectiva 1965-79 | Población y tecnología; consumo privado; demanda final de stock de capital; renta y distribución funcional; valor añadido sectorial |
| Primer WHARTO N-UAM | UAM en colaboración con WEFA | Gastos; valores añadidos; trabajo; renta; precios; financiación del Gobierno; sector financiero-monetario |
| MOISÉS | D. G. de Planificación del Ministerio de Economía y Hacienda | Oferta y empleo agregados; demanda nacional; sector exterior; precios y salarios; sector monetario |
| WHARTO N-UAM | Centro Lawrence R. Klein de la UAM | Tipos de cambio; tipos de interés; precios y salarios; demanda y balanza por cuenta corriente; rentas; empleo; valores añadidos |
| MIDE | Fundación Tomillo 1980 | Producción; renta-precios; contable |
| HISPANIA/PC | UAM en colaboración con WEFA | Demanda; producción; precios y salarios; empleo; rentas de las familias (componentes) |

Fuente: Martínez Aguado et al. (1996)

b) Modelos macroeconómicos del Transporte: Se trata de modelos macroeconómicos cuyo diseño se ha orientado por la consideración específica del transporte o que incorporan relaciones específicas entre las variables del transporte y del resto de la economía. Entre los principales modelos podemos destacar los recogidos en el cuadro 3.

Cuadro 3. Modelos Macroeconómicos del Transporte

| <i>Modelo</i> | <i>Ámbito</i> | <i>Características</i> |
|---|---------------|--|
| Mini-DMS Transport | Francia | Detalla explícitamente la rama del transporte y sus relaciones con las otras ramas productivas |
| Modelo de Campisi, Gastaldani y La Bella (1991) | | Cambios en el sistema productivo originan cambios en la demanda del transporte, ante los cuales debe seguir una adaptación de la oferta de transporte |
| Amano y Fujita (1970) | Japón | Linkage entre infraestructura y costes del transporte; coste del transporte y flujos comerciales; flujos comerciales y desarrollo regional |
| Rietveld (1993) | Interregional | Mejoras en la infraestructura originan abaratamientos en los costes del transporte y aumento del volumen del transporte |
| IRENE (1978) | Japón | Corte neo-keynesiano; 7 sectores; diferencia entre inversión privada y pública; incorpora matrices de coeficientes input-output; existe un bloque transporte que incluye los costes del transporte interregional |
| MRVIO de Liew y Liew (1985) | EE.UU. | Inputs se relacionan con las producciones mediante funciones Cobb-Douglas |
| Treyz (1980) | EE.UU. | Evaluación de políticas |
| Nakamura (1985) | Japón | Análisis Input-Output |
| Reihms | | Matrices de multiplicadores regionales |

Fuente: Martínez Aguado et al. (1996)

Modelos intersectoriales (Input-Output).

Las actividades del transporte pueden incidir en la totalidad de un sistema económico fundamentalmente a través de dos vías: a) Por el lado de la demanda, pues la realización física de una inversión en infraestructura del transporte conlleva la adquisición de inputs intermedios de otras ramas de actividad y de factores primarios, b) Por el lado de la oferta, ya que las actividades del transporte se incorporan al coste de producción de los bienes y servicios de una economía mediante su carácter de margen.

Desde estos puntos de vista, los cambios en las actividades de las ramas del transporte sobre el resto de las ramas de actividad pueden evaluarse a nivel desagregado utilizando la modelización input-output, Dieckmann(2000).

A nivel de aplicaciones existe un amplio conjunto de experiencias empíricas prácticamente centradas en la evaluación de impactos de una inversión en infraestructura del transporte utilizando modelos derivados de una tabla estadística input-output.

Un ejemplo típico de aplicación es la realizada en España para evaluar el impacto de las inversiones en infraestructura incluidas en el Plan Director de Infraestructuras (PDI) del período 1985-90 por el Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente MOPTMA(1994), utilizando como base estadística las tablas input-output de 1985.

Otra aplicación basada en el planteamiento de modelos input-output de coeficientes constantes es la evaluación del impacto socioeconómico del aeropuerto de Vitoria-Gasteiz, Fernández Macho et al(1999). En esta aplicación se plantea el modelo input-output de cantidades ampliado con el *sector familias*.

Este sector se incluye como una rama adicional en la matriz de transacciones intermedias a fin de recoger el efecto del incremento de la renta de las familias que se obtiene al aumentar la producción del sistema. La columna de valores de este sector se

extrae del vector de consumo final. La fila se obtiene como el vector de rentas domésticas generadas al obtener la producción de cada uno de los sectores.

Una aplicación de evaluación del impacto de la inversión en una infraestructura basado en un modelo de coeficientes variables es la evaluación ex - ante de las inversiones motivadas por la Exposición Universal de Sevilla, llevada a cabo por Rodríguez Alcaide et al(1988). Para ello se plantean dos escenarios alternativos (Sevilla sin-EXPO y Sevilla con-EXPO), y se realiza la evaluación del impacto del vector de Formación Bruta de Capital mediante un modelo de ajuste matemático multiperíodo (3 años).

Un estudio de la Directorate General for Transport sobre Metodologías de Evaluación de Impactos del Sector Transporte muestra algunas de las principales experiencias en evaluación de impactos mediante el empleo de técnicas Input-Output, entre las que cabe destacar las expuestas en el cuadro 4.

Cuadro 4. Aplicaciones Input-Output de Evaluación de Impactos del Transporte

| <i>Aplicación</i> | <i>Ámbito</i> | <i>Impacto</i> |
|--|--------------------------------|------------------------------------|
| BATEY et al (1996) | Reino Unido | Inversión en aeropuertos |
| UNIVERSITA BOCCONI MILANO et al (1995) | Milán | Inversión en aeropuerto |
| Finish Long Range Model System | Finlandia | Desarrollo de redes de autovías |
| Regional I/O Model | Italia (Torino- Venezia) | Línea de alta velocidad |
| PITA y ARDUIN (1993) | Barcelona-frontera francesa | Tren de alta velocidad |
| DIAMAUDIS (1993) | Grecia | Puente colgante |

Fuente: Marcial Echenique (1995)

3. Enfoque basado en la coherencia de las informaciones

Los enfoques analizados frecuentemente son complementarios. De hecho, es común encontrar modelos basados en la oferta o demanda agregadas que sectorizan sus resultados mediante la utilización de la matriz de coeficientes técnicos de una tabla input-output.

De este modo, el enfoque intersectorial se convierte en una herramienta complementaria de los enfoques “agregados”, proporcionando un filtro que desagrega las magnitudes económicas fruto del impacto económico de la inversión.

Este método de sectorización de los resultados de una evaluación de impactos es, a veces, demasiado simplista. En ocasiones, se dispone de informaciones sobre el comportamiento de los coeficientes técnicos de la tabla input-output que hace inapropiada la utilización directa de ésta. Es decir, pueden existir informaciones que se concreticen en un cambio en los coeficientes técnicos de la tabla, a consecuencia de lo cual no podemos mantener la clásica hipótesis de “coeficientes fijos”.

Así ocurre en dos casos: 1) Cuando la propia inversión en infraestructura provoca cambios en los coeficientes técnicos de algunos sectores de la tabla. Estas informaciones pueden venir principalmente de la mano de opiniones técnicas o de experto, 2) Cuando se dispone de información sobre las características del ámbito de aplicación que hacen pensar en una tabla input – output que representa una estructura distinta a la tomada como referencia. Esta información puede provenir de las cuentas económicas o de las previsiones de modelos macroeconómicos.

Estos supuestos llevan a plantear un sistema de modelización flexible en el que se compatibilicen todas las informaciones, Vázquez y Tarancón(1999). De esta forma, el módulo intersectorial de la evaluación deja de ser un complemento para convertirse en el centro del sistema modelizador, que tiene la función de dotar de coherencia a todas las informaciones (resultados de modelos basados en enfoques ‘agregados’, informaciones de expertos, etc.).

En concreto, este sistema debe permitir: a) Mantener las Identidades Contables que definen la tabla input – output, b) Establecer una evolución controlada de la estructura productiva (hipótesis de evolución estructural estable), c) Asumir las diferentes informaciones disponibles a cerca del comportamiento de los elementos de la tabla, d) Asumir simultáneamente informaciones sobre valores y sobre coeficientes, e) Jerarquizar estas informaciones en función de su importancia o grado de certidumbre.

El sistema de modelización que surge de estas consideraciones y exigencias queda plasmado en dos elementos: 1) un modelo de optimización matemática, 2) y una serie de etapas metodológicas, que se detallarán a continuación.

4. El Modelo Matemático

El modelo de ajuste matemático que constituye el corazón del sistema de modelización es denominado modelo A.N.A.I.S. (Ajuste Numérico Algebraico Interactivo Sectorial), Vázquez y Tarancón(1999). El modelo de ajuste para la coherencia se implementa como un modelo de optimización matemática multiobjetivo jerarquizado a dos niveles.

Las funciones objetivo vienen sujetas a las restricciones marcadas por la coherencia con los agregados de la tabla (ecuaciones de coherencia), con las condiciones estructurales de la economía (ecuaciones de coherencia estructural) y las condiciones de coherencia con las sendas evolutivas de los elementos (inecuaciones de variabilidad).

La especificación general del modelo se expone a continuación³:

$$\min_{rmax} \left(\sum_{ij} r_{ij}^x \omega_{ij}^x + \sum_{ik} r_{ik}^y \omega_{ik}^y + \sum_{dj} r_{dj}^z \omega_{dj}^z \right)$$

³ La nomenclatura se expone en el Anexo 1.

sujeto a:

ecuaciones de coherencia, ecuaciones de coherencia estructural,

$$\begin{aligned} \sum_{ik} y_{ik}^* &= \sum_{dj} z_{dj}^* & sch_{ij}^- &\leq \frac{x_{ij}^*}{w_j} \leq sch_{ij}^+ \\ \sum_j x_{ij}^* + \sum_k y_{ik}^* &= w_i^* & sch_j^- &\leq \frac{\sum_i x_{ij}^*}{w_j} \leq sch_j^+ \\ \sum_i x_{ij}^* + \sum_d z_{dj}^* &= w_j^* \end{aligned}$$

intervalos de variabilidad de los elementos individuales,

$$\begin{aligned} x_{ij}^- &\leq x_{ij}^* \leq x_{ij}^+ \\ y_{ik}^- &\leq y_{ik}^* \leq y_{ik}^+ \\ z_{dj}^- &\leq z_{dj}^* \leq z_{dj}^+ \end{aligned}$$

variación de las sumas de elementos de compras y ventas intersectoriales, y de la producción efectiva:

$$\begin{aligned} v_i^- &\leq \sum_j x_{ij}^* \leq v_i^+ \\ q_j^- &\leq \sum_i x_{ij}^* \leq q_j^+ \\ w_j^- &\leq w_j^* \leq w_j^+ \end{aligned}$$

intervalos de variabilidad de los agregados económicos,

$$\left[\sum_k y_{ik}^* \right]^- \leq \sum_k y_{ik}^* \leq \left[\sum_k y_{ik}^* \right]^+$$

$$\left[\sum_j z_{dj}^* \right]^- \leq \sum_j z_{dj}^* \leq \left[\sum_j z_{dj}^* \right]^+$$

$$\left[\sum_j w_j^* \right]^- \leq \sum_j w_j^* \leq \left[\sum_j w_j^* \right]^+$$

otros intervalos de variación, (variabilidad sobre elementos TIO, grupos de elementos y relaciones, según características de cada aplicación concreta e informaciones disponibles),

variación máxima de los elementos,

$$r_{ij}^x \leq rmax \quad \forall i, j$$

$$r_{ik}^y \leq rmax \quad \forall i, k$$

$$r_{dj}^z \leq rmax \quad \forall d, j$$

elementos ajustados,

$$x_{ij}^0 \cdot (1 - r_{ij}^x x_{ij}) \leq x_{ij}^* \leq x_{ij}^0 \cdot (1 + r_{ij}^x x_{ij}) \quad \forall i, j$$

$$y_{ik}^0 \cdot (1 - r_{ik}^y y_{ik}) \leq y_{ik}^* \leq y_{ik}^0 \cdot (1 + r_{ik}^y y_{ik}) \quad \forall i, k$$

$$z_{dj}^0 \cdot (1 - r_{dj}^z z_{dj}) \leq z_{dj}^* \leq z_{dj}^0 \cdot (1 + r_{dj}^z z_{dj}) \quad \forall d, j$$

5. Etapas Metodológicas

El modelo de ajuste anterior aporta informaciones y modifica su especificación a lo largo de las distintas etapas metodológicas. A continuación se describe el proceso modelizador distinguiendo cada una de estas etapas:

Especificación Inicial del Modelo Matemático. Esta etapa previa supone establecer el diseño básico del modelo de

optimización adaptado a cada aplicación concreta, de manera que incorpore todas las informaciones puestas en juego en forma de restricciones contables, estructurales e intervalos de variabilidad. Las informaciones susceptibles de incorporar márgenes de variabilidad pueden provenir de: a) Opiniones técnicas de experto, b) Algoritmos estructurales y c) avances o previsiones procedentes de modelos conectados; d) sobre el comportamiento de elementos y agregados de la tabla.

Tratamiento de Incompatibilidades y Márgenes de Variabilidad. Las informaciones de partida que entran en la especificación inicial del modelo pueden tener orígenes diversos. Esto, unido a la incertidumbre asociada a las informaciones procedentes de previsiones, opiniones y avances, provoca que puedan existir incompatibilidades entre las informaciones que hacen que el modelo no tenga solución posible.

La fase de Tratamiento de Incompatibilidades y Márgenes de Variabilidad es otra de las singularidades de esta metodología. Esta etapa se plasma en un proceso interactivo e iterativo en el que se eliminan las incompatibilidades entre especificaciones del modelo de ajuste de forma controlada por el investigador.

La etapa se divide en dos partes: a) El Tratamiento de Incompatibilidades es el proceso iterativo e interactivo que persigue la obtención de una solución posible del modelo. El proceso consiste en añadir variables de holgura en las ecuaciones donde se detecta una incompatibilidad, se resuelve el modelo y se realiza el análisis de sensibilidad. De dicho análisis se obtiene, en cada iteración, un listado con los márgenes de la tabla susceptibles de variación, una propuesta de modificaciones y el porcentaje de reducción de discrepancias al que contribuye cada modificación. Tras seleccionar una modificación, se procede a una nueva iteración y se repite el proceso, hasta que las discrepancias desaparecen. b) Análisis de márgenes: una vez el Tratamiento de Incompatibilidades ofrece unos márgenes que conducen a una solución posible del modelo, se realiza un recuento de los elementos que no han alcanzado alguno de sus límites asociados. Se identifican los elementos acotantes que

constrañen esta variabilidad, mediante un nuevo análisis de sensibilidad. Los márgenes de los elementos acotantes son nuevamente revisados, ya que su variabilidad influye en los márgenes de un elevado número de elementos.

Etapas de Ajuste: Tras la etapa anterior, el modelo ofrece una especificación con solución posible. En este momento se incorpora el objetivo de manera que se alcance una solución óptima que da lugar a una tabla ajustada y coherente con todas las informaciones y criterios incluidos.

Etapas de retro- alimentación: Algunas informaciones de partida, tras las etapas anteriores, pueden haber sido sometidas a modificaciones. Estas informaciones serán reintegradas en el sistema por las siguientes vías: a) En el caso de ajustes multi-tabla, aportarán nuevos patrones estructurales que servirán para la especificación de las ecuaciones de coherencia estructural, b) Por otro lado, los valores ajustados servirán como base para la re – estimación y construcción de vectores de ajuste de los modelos que vertieron sus previsiones sobre los elementos y agregados económicos de la tabla input-output.

6. Evaluación del Impacto del Vector de Inversión en Infraestructura del Transporte 1990-1998

El problema planteado consiste en la evaluación del impacto del vector de inversión en infraestructura del transporte en el período 1990-1998, de acuerdo con los datos ofrecidos por el informe del Ministerio de Fomento(2000), con una desagregación por tipos de infraestructura y ramas de actividad.

En el desarrollo de la aplicación se distinguen dos etapas: 1) La primera etapa, denominada *Ajuste a Agregados Económicos*, consiste en la construcción del escenario sobre el que incidirá el impacto, 2) La segunda etapa es la *Evaluación del Impacto* propiamente dicha, y consiste en la cuantificación del impacto económico de la inversión.

La primera etapa consiste en la construcción del escenario sobre el que impacta la inversión en infraestructura a evaluar.

Este escenario viene dado por la serie de tablas input-output que asumen las informaciones referentes al valor de los agregados económicos para cada año, así como las correspondientes características técnico productivas acordes con la evolución mostrada por los elementos que integran la tabla. En el caso de esta aplicación, es necesario generar la serie de tablas 1995-1998 a partir de las tablas homogéneas INE referentes al período 1986-1994, en todo caso agregadas a 25 sectores EUROSTAT⁴.

En esta etapa reside la singularidad de esta aplicación respecto a otras aplicaciones similares que asumen que la estructura productiva permanece fija en el escenario de aplicación, lo que se refleja en el cálculo de impactos en base a la última tabla histórica conocida.

Del desarrollo de esta etapa se obtendrá una serie de tablas coherentes con los agregados económicos que inciden en cada una de ellas, con su propia estructura interna y con las sendas de evolución mostradas por sus propios elementos.

La segunda etapa consiste en la Evaluación de Impactos. En esta etapa el vector de inversión en infraestructura del transporte impacta sobre cada una de las tablas escenario del período de evaluación, estableciéndose su cuantificación en términos de producción, valor añadido y empleo. A continuación se exponen los datos e informaciones de partida, así como los algoritmos y modelos integrados en la aplicación.

⁴ La desagregación se muestra en el Anexo II.

Los datos

Como *información disponible* se cuenta con los siguientes datos: a) Vector de inversión en infraestructura del transporte en el período 1990-1998, desagregado por tipos de infraestructura. Ministerio de Fomento. Este vector se muestra en la siguiente tabla 1, b) Serie de tablas input-output homogéneas (1986-1994) en base 1986 desagregadas a las 25 ramas de actividad EUROSTAT. Instituto Nacional de Estadística, c) Series de la Contabilidad Nacional de España en base 1986, hasta el año de avance 1997. Instituto Nacional de Estadística, d) Series de la Contabilidad Trimestral de España en base 1986, hasta el año de avance 1998 para ciertos agregados económicos. Instituto Nacional de Estadística, e) Matriz de coeficientes de reparto de inversión en infraestructura del transporte entre ramas productivas, para cada tipo de infraestructura. Informe del Ministerio de Obras Públicas y Medio Ambiente. Esta matriz se muestra en la tabla 2.

Tabla 1.
Inversión en Infraestructuras del Transporte (Miles de euros)

| Año | Carreteras | (%) | Ferrocarril | (%) | Puertos | (%) | Aeropuertos | (%) | Total | (%) |
|-------|------------|-------|-------------|-------|---------|------|-------------|------|----------|--------|
| 1990 | 3582633 | 65,14 | 1428005 | 25,96 | 432729 | 7,87 | 56495 | 1,03 | 5499862 | 100,00 |
| 1991 | 4064645 | 66,89 | 1428005 | 23,50 | 396668 | 6,53 | 187516 | 3,09 | 6076833 | 100,00 |
| 1992 | 3999135 | 69,13 | 1220055 | 21,09 | 411693 | 7,12 | 153859 | 2,66 | 5784742 | 100,00 |
| 1993 | 4426454 | 73,09 | 1022322 | 16,88 | 464582 | 7,67 | 142440 | 2,35 | 6055798 | 100,00 |
| 1994 | 4548460 | 71,42 | 1007296 | 15,82 | 490426 | 7,70 | 322142 | 5,06 | 6368324 | 100,00 |
| 1995 | 4446889 | 70,00 | 935776 | 14,73 | 474800 | 7,47 | 495234 | 7,80 | 6352698 | 100,00 |
| 1996 | 3619896 | 64,94 | 1087832 | 19,51 | 451961 | 8,11 | 414698 | 7,44 | 5574387 | 100,00 |
| 1997 | 3778563 | 62,78 | 1237484 | 20,56 | 489825 | 8,14 | 512663 | 8,52 | 6018535 | 100,00 |
| 1998 | 4554470 | 63,58 | 1575854 | 22,00 | 515067 | 7,19 | 518072 | 7,23 | 7163463 | 100,00 |
| Total | 37021144 | 67,44 | 10942627 | 19,93 | 4127751 | 7,52 | 2803120 | 5,11 | 54894643 | 100,00 |

Fuente: Ministerio de Fomento

Tabla 2. Matriz de reparto de inversiones

| R25 | RAMA | Carreteras | Ferrocarril | Puertos | Aeropuertos |
|-----|-----------------------------|------------|-------------|---------|-------------|
| 2 | PRODUCTOS ENERGÉTICOS | 1,00% | 1,00% | 1,00% | 1,00% |
| 3 | PRODUCTOS SIDERÚRGICOS | 0,00% | 20,00% | 0,00% | 0,00% |
| 4 | PROD. MINERALES NO-METÁL. | 7,00% | 10,00% | 10,00% | 6,00% |
| 7 | MAQUINARIA INDUSTRIAL | 7,00% | 5,00% | 4,00% | 2,00% |
| 9 | MATERIAL ELECTRICO | 0,00% | 25,00% | 7,00% | 13,00% |
| 16 | EDIF. Y OBRAS DE INGENIERÍA | 77,00% | 31,00% | 71,00% | 70,00% |
| 24 | SERVICIOS DE MERCADO | 8,00% | 8,00% | 7,00% | 8,00% |
| | TOTAL | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |

Fuente: MOPTMA, adaptado a 25 ramas. EUROSTAT

Los modelos y algoritmos

Para el desarrollo de cada una de las etapas se han implementado los siguientes modelos y algoritmos:

1) Modelo de optimización ANAIS, al cuál vienen conectados el resto de modelos y algoritmos. Este modelo presenta la especificación presentada en el apartado 3, con lagunas extensiones *ad hoc* para ser adaptado a los datos existentes, Tarancón Morán(2002).

2) Algoritmos Estructurales: permiten seguir un control de la estructura de la tabla input – output para asegurar su evolución en condiciones de estabilidad. En concreto, se ha integrado el algoritmo de Schintke y Stäglin(1988), origen de la especificación de las ecuaciones de coherencia estructural (variabilidad de los coeficientes técnicos). Este algoritmo permite calcular unos márgenes de variabilidad sobre los coeficientes de la tabla que evitan cambios en la producción sectorial mayores al 1% de su magnitud.

3) Por otro lado, con la intención de recoger la evolución histórica de los elementos de la tabla, se ha implementado un sistema de ecuaciones de tipo tendencial denominado PIE (Proyección Individualizada de Elementos).

La especificación de las ecuaciones del sistema PIE se configura como una fuente de información sobre la variabilidad de los elementos de la TIO complementaria a la variabilidad estructuralmente admisible de los coeficientes técnicos aportada por las ecuaciones de coherencia estructural calculadas a partir del algoritmo de Schintke y Stäglin(1988).

Las ecuaciones de coherencia estructural dotan al sistema de unos márgenes máximos de variabilidad en torno a los coeficientes de la tabla tomada como referencia. Las ecuaciones PIE tienen como objetivo establecer una variabilidad de los elementos individuales de la TIO que, encajando en los márgenes establecidos por las restricciones estructurales, sea coherente con la evolución histórica del elemento.

En definitiva, las ecuaciones PIE intentan posicionar los elementos de la tabla dentro del intervalo definido por las ecuaciones de coherencia estructural, de manera que, al final el proceso de ajuste, se obtengan unos valores coherentes con la estructura interna de la tabla y con la propia senda de evolución de los elementos.

En torno a las proyecciones puntuales de los elementos ofrecidas por las ecuaciones PIE se establecen intervalos de variabilidad que se integran en el modelo de ajuste matemático en forma de desigualdades. El establecimiento de intervalos surge de la incertidumbre asociada a dicha proyección.

La proyección directa de elementos de la TIO parece ofrecer, empíricamente, resultados poco satisfactorios [Pulido y Fontela (1993, pp. 246-249)]. Derivado de ello, en la utilización de modelos de determinación de la tendencia dentro del modelo de ajuste se establecen las siguientes cautelas: a) Posibilidad de incorporar funciones matemáticas distintas a la lineal, b) Los valores ofrecidos

en las estimaciones de tendencia no son los valores proyectados; sino que sirven de referencia para el establecimiento de intervalos. Los valores definitivos se calculan tras las etapas de tratamiento de márgenes e incompatibilidades y ajuste, con lo cual las proyecciones son corregidas en virtud del resto de informaciones vertidas en la TIO, y de la interconectividad de los elementos de la TIO, c) Por otro lado, las proyecciones derivadas de modelos de determinación de tendencia poseen el menor nivel de importancia en la jerarquización de informaciones, lo que se traduce en que serán las primeras informaciones modificadas en el proceso de compatibilización de informaciones, ante informaciones como las derivadas de las ecuaciones de coherencia contable, estructural, y la opinión de expertos.

Tabla 3. Especificación de las Ecuaciones PIE (1995-1998).

| | 1995 | | 1996 | | 1997 | | 1998 | |
|--|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Nº ecs. | (%) | Nº ecs. | (%) | Nº ecs. | (%) | Nº ecs. | (%) |
| <i>Proyección lineal:</i> | 517 | 71,51 | 520 | 69,89 | 520 | 69,89 | 517 | 69,40 |
| Con variable(s) ficticia(s) | 24 | 3,32 | 24 | 3,23 | 24 | 3,23 | 25 | 3,36 |
| Con esquema autorregresivo en la perturbación | 6 | 0,83 | 7 | 0,94 | 4 | 0,54 | 4 | 0,54 |
| Con variable(s) ficticia(s) y esquema autorregresivo | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Resto | 487 | 67,36 | 489 | 65,73 | 492 | 66,13 | 488 | 65,50 |
| <i>Proyección parabólica:</i> | 174 | 24,07 | 192 | 25,81 | 190 | 25,54 | 197 | 26,44 |
| Con variable(s) ficticia(s) | 54 | 7,47 | 54 | 7,26 | 53 | 7,12 | 55 | 7,38 |
| Con esquema autorregresivo en la perturbación | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Con variable(s) ficticia(s) y esquema autorregresivo | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Resto | 120 | 16,60 | 138 | 18,55 | 137 | 18,41 | 142 | 19,06 |
| <i>Proyección autorregresiva:</i> | 32 | 4,43 | 32 | 4,30 | 34 | 4,57 | 31 | 4,16 |
| Con variable(s) ficticia(s) | 23 | 3,18 | 22 | 2,96 | 24 | 3,23 | 22 | 2,95 |
| Con esquema autorregresivo en la perturbación | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Con variable(s) ficticia(s) y esquema autorregresivo | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Resto | 9 | 1,24 | 10 | 1,34 | 10 | 1,34 | 9 | 1,21 |
| <i>Total Proyecciones:</i> | 723 | 100,00 | 744 | 100,00 | 744 | 100,00 | 745 | 100,00 |

El propio sistema de modelización en condiciones de coherencia detecta, en la etapa de tratamiento de incompatibilidades y márgenes, las proyecciones que no encajan en el sistema, y que pueden ser consideradas erróneas. Estas proyecciones se caracterizan por ser recurrentemente identificadas como elementos cuyos márgenes de variabilidad requieren modificaciones de gran magnitud. En la tabla 3 se muestran las especificaciones de las ecuaciones PIE para cada uno de los años de ajuste.

7. Resultados Obtenidos

En las siguientes tablas y gráficos se mostrarán los principales resultados de la cuantificación del impacto de la inversión en infraestructuras del transporte.

En el caso del total de la inversión, esta asciende, para todo el período, a 54,3 millones de euros, la producción efectiva inducida es de casi 100 millones de euros y el empleo equivalente inducido es de 2 millones de empleos.

Tabla 4.
Resultados Totales Períodos 1990-1998

| Magnitud/Ratio | Carreteras | Ferrocarril | Puertos | Aeropuertos | Total |
|-------------------------|------------|-------------|-----------|-------------|------------|
| Inversión | 36.592.020 | 10.811.710 | 4.083.575 | 2.786.611 | 54.273.916 |
| Producción | 64.391.285 | 21.105.597 | 7.216.082 | 4.890.151 | 97.603.115 |
| Empleo | 1.418,069 | 364,200 | 155,232 | 94,949 | 2.032,450 |
| Inversión / Producción | 0,568 | 0,512 | 0,566 | 0,570 | 0,556 |
| Inversión/Empleo | 25.804 | 29.686 | 26.306 | 29.348 | 26.704 |
| Producción / Inversión | 1,760 | 1,952 | 1,767 | 1,755 | 1,798 |
| Empleos / Inversión (*) | 0,039 | 0,034 | 0,038 | 0,034 | 0,037 |

Unidades: miles de euros y de empleos.

(*) Empleos generados por cada 1000 euros de inversión.

En la tabla 4 aparece desagregado el vector total de inversión por tipos de infraestructura. 1) Es de destacar que el ferrocarril soporta el mayor coste en inversión por empleo generado; mientras que carreteras obtiene el menor cociente entre inversión realizada y empleos generados, 2) En cambio, el mayor incremento de producción efectiva por peseta invertida corresponde al ferrocarril.

En los gráficos 1, 2 y 3 se muestra la evolución de las distintas variables económicas para cada año, y su reparto por tipo de infraestructura.

Gráfico 1

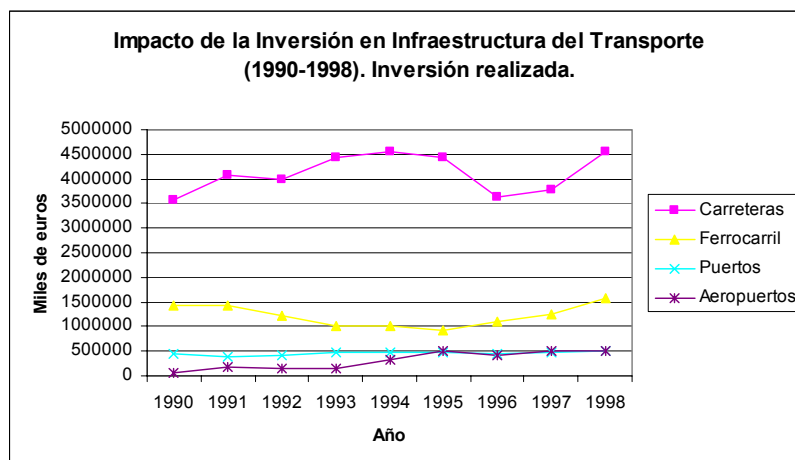


Gráfico 2

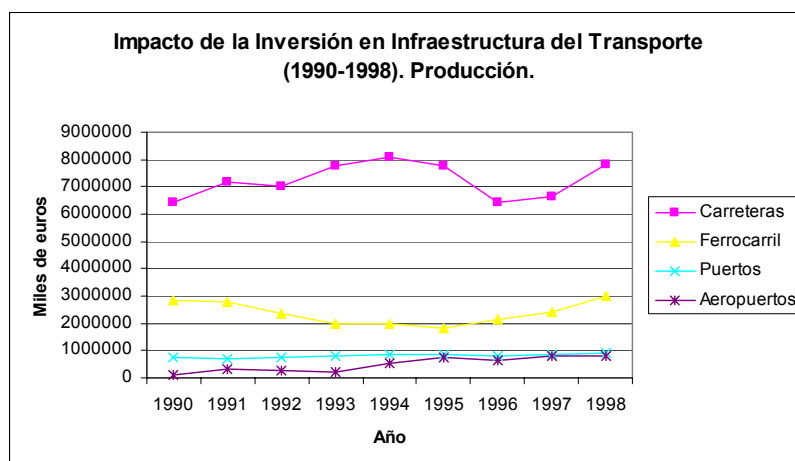


Gráfico 3

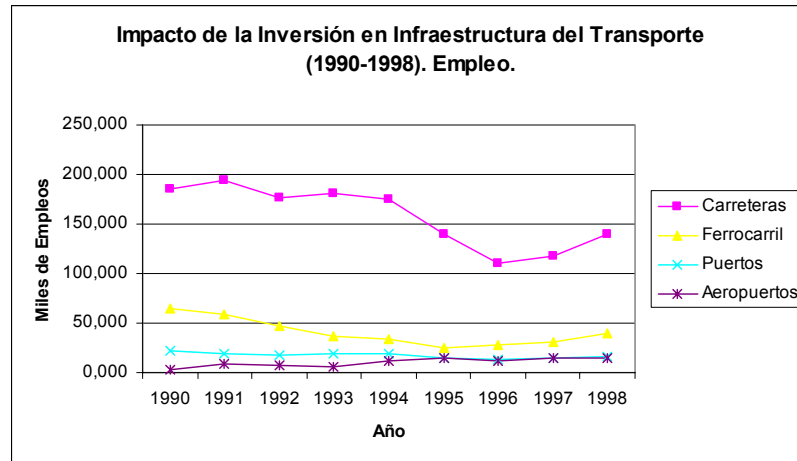
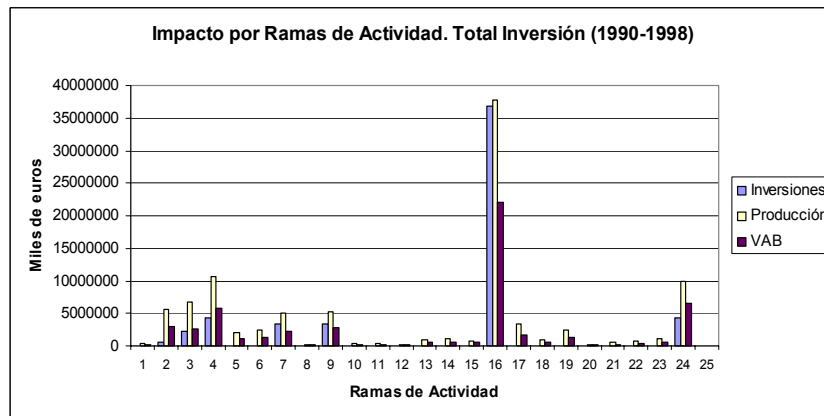


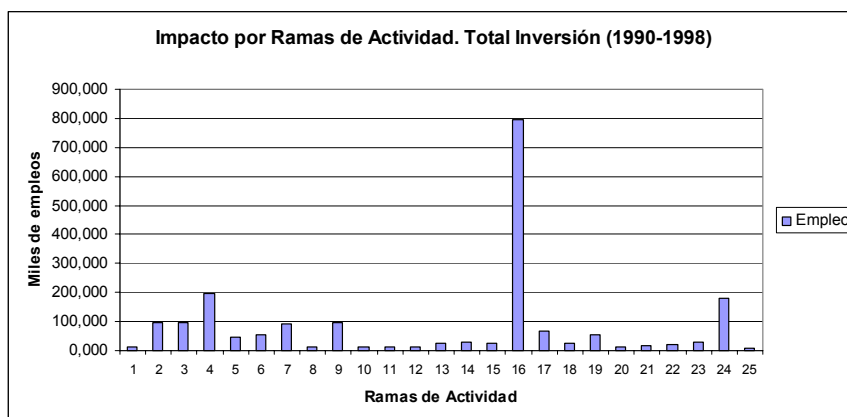
Gráfico 4



En los gráficos 4 y 5 se muestra el resultado del cálculo de impactos económicos desagregado por ramas de actividad, en el caso del total de inversiones y para todo el período analizado. Las ramas de actividad mayormente impactadas en términos de producción efectiva, valor añadido y empleo generados son: a) Destacadamente

la rama 16 Edificios y Obras de Ingeniería, b) La rama 24 Otros Servicios de Mercado, y c) La rama 4 Productos Minerales no-metálicos.

Gráfico 5



Por último, en la tabla 5 se detallan los principales impactos calculados.

Impacto 1) es el de la inversión en carreteras sobre la rama 4 Productos Minerales No-Metálicos. En promedio, la producción del sector atribuible a la inversión en carreteras es del 6,52% respecto al total de la producción de la rama. Impacto 2) es el de la inversión en carreteras sobre la rama 16 Edificios y Obras de Ingeniería, con un porcentaje medio del 5,82%. Impacto 3) es el de la inversión en carreteras sobre la rama 7 Máquinas Agrícolas e Industriales. Impacto 4) es el de la inversión en ferrocarril sobre la rama 3 Metales y Minerales Férreos y No-Férreos. Impacto 5) supera el 3% de la producción total de la rama en cuestión es el de la inversión en ferrocarriles sobre la rama 9 Material Eléctrico.

Tabla 5. Principales Impactos. Período 1990-1998

| Impacto | Producción | (%) | VAB | (%) | Empleo | (%) |
|--|------------|------|------------|------|---------|------|
| Carreteras / Rama 4: Productos Minerales no-metálicos | 7.260.912 | 6,52 | 3.997.780 | 7,06 | 139,290 | 8,45 |
| Carreteras / Rama 16: Edificios y Obras de Ingeniería | 29.094.878 | 5,82 | 16.958.846 | 5,83 | 615,710 | 5,85 |
| Carreteras / Rama 7: Máquinas Agrícolas e Industriales | 3.702.593 | 5,14 | 1.621.074 | 5,54 | 67,537 | 5,88 |
| Ferrocarriles / Rama 3: Metales y minerales férreos y no-férreos | 4.155.870 | 4,06 | 1.275.473 | 4,86 | 40,169 | 5,43 |
| Ferrocarriles / Rama 9: Material eléctrico | 3.225.630 | 3,45 | 1.661.746 | 3,43 | 54,668 | 3,56 |

(*) En (%), el porcentaje medio de agregado atribuible a la realización del tipo de infraestructura a lo largo del periodo 1990-1998.

(**) Unidades de miles de euros y de empleos.

8. Conclusiones

Una inversión en infraestructura del transporte tiene importantes repercusiones en un sistema económico, tanto en la fase de funcionamiento, como en la fase de construcción de la infraestructura.

Para la evaluación económica de una inversión en infraestructuras del transporte, existen varios enfoques modelizadores. El enfoque intersectorial tiene el interés especial de permitir una desagregación por ramas de actividad del impacto de la inversión. Este enfoque se utiliza a menudo de forma complementaria a los enfoques “agregados”. En estos casos, se utiliza la matriz de coeficientes técnicos de una tabla input-output histórica como filtro que desagrega los agregados económicos generados por la inversión.

Esta metodología es demasiado simple, ya que la propia inversión, o el paso del tiempo, pueden provocar cambios en las matrices estructurales de la tabla utilizada.

En este trabajo se propone un enfoque que permita hallar una solución común, reconciliando todas las informaciones técnicas, contables o proveniente de modelos econométricos que inciden en la

tabla input-output. De esta forma, se producirá un cambio controlado de los coeficientes técnicos acorde con estas informaciones.

El enfoque se basa en dos elementos: un modelo de ajuste matemático y una serie de etapas metodológicas. El modelo matemático se trata de un modelo de optimización multiobjetivo. Su especificación integra las informaciones referentes a los elementos y agregados de la tabla en forma de igualdades e inecuaciones.

Esta especificación del modelo va cambiando a lo largo de un proceso iterativo e interactivo hasta lograr reconciliar todas las informaciones y obtener una solución óptima. Siguiendo este enfoque modelizador se evaluó la inversión en infraestructuras del transporte en España en el período 1990-1998, en la fase de construcción de la infraestructura.

Para ello, se ajustaron las tablas correspondientes al período en el que no existen tablas publicadas 1995-1998. Estas tablas ajustadas son coherentes con una evolución estructural estable, lo que se consigue asignando a los coeficientes técnicos de la tabla intervalos de variabilidad derivados del algoritmo de Schintke y Stäglin(1988), con los agregados económicos de cada uno de los años de ajuste, y con la senda de evolución de los elementos de la tabla recogidas mediante un sistema de ecuaciones tendenciales llamado sistema PIE. Una vez ajustadas las tablas, se impactó sobre ellas con el vector de inversión de cada uno desagregado por tipo de infraestructura y ramas de actividad.

Como principales resultados de la evaluación se pueden exponer los siguientes: a) En el caso del total de la inversión, esta asciende, para todo el período, a 54,3 millones de euros, la producción efectiva inducida es de casi 100 millones de euros y el empleo equivalente inducido es de 2 millones de empleos. b) Las ramas de actividad mayormente impactadas en términos de producción efectiva, valor añadido y empleo generados son: destacadamente la rama 16 Edificios y Obras de Ingeniería; la rama 24 Otros Servicios de Mercado, y la rama 4 Productos Minerales no-metálicos. c) Los principales impactos calculados son, por este

orden: la inversión en carreteras sobre la rama 4 Productos Minerales No-Metálicos; la inversión en carreteras sobre la rama 16 Edificios y Obras de Ingeniería; la inversión en carreteras sobre la rama 7 Máquinas Agrícolas e Industriales; la inversión en ferrocarril sobre la rama 3 Metales y Minerales Férreos y No-Férreos; y la inversión en ferrocarriles sobre la rama 9 Material Eléctrico.

Bibliografía

FERNÁNDEZ, F.J.; GALARRAGA, X.; GONZÁLEZ, P. y BHOGAL, P.(1999). *“Evolución e Impacto Socio-Económico del Aeropuerto de Vitoria-Gasteiz”*. Instituto de Economía Pública. Universidad del País Vasco.

INE(1992-1994). *“Contabilidad Nacional de España y Tabla Input-Output. Base 1986. Serie Contable”*. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.

INE(1995-1998). *“Contabilidad Nacional de España. Base 1986”*. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.

INE(1998). *“Tablas Input-Output de la Economía Española 1991-1994”*, Servicio de pedidos. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.

INE(2001). *“Banco de Datos INEBASE”*. Instituto Nacional de Estadística. Disponible en: <http://www.ine.es>

MARCIAL ECHENIQUE and Partners, Ltd.(1995). *“Methodologies for Transport Impact Assessment. Final Report”*. Informe encargado por la Directorate General for Transport.

MARTÍN URBANO, P.(1993). *“Infraestructura del Transporte Terrestre y Desarrollo Regional”*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

MARTÍNEZ AGUADO, T.; ÁLVAREZ, A.; CALDERÓN, M.J.; LÓPEZ, V.; MATEO, C.; TARANCÓN MORÁN, M.A.; VÁZQUEZ MUÑÍZ, A.M.(1996). “D2: Evaluación de los impactos de la actividad del transporte sobre las economías: enfoques y modelos empíricos”. Proyecto ECONOMETRIST. Documento de Trabajo SEC/CE9601. Seminario de Economía Cuantitativa. Universidad de Castilla-La Mancha.

MARTÍNEZ AGUADO, T.; VÁZQUEZ MUÑÍZ, A.M.; TARANCÓN MORÁN, M.A.; CALDERÓN MILÁN, M.J. y VERA GRIJALBA, J.(1998). “D9: Evaluación de los impactos de la actividad del transporte sobre las economías: Fundamentación Científica” Proyecto ECONOMETRIST. Documento de Trabajo SEC/CE9801. Seminario de Economía Cuantitativa. Universidad de Castilla-La Mancha.

MARTÍNEZ AGUADO, T.; VÁZQUEZ MUÑÍZ, A.M.; TARANCÓN MORÁN, M.A. y VERA GRIJALBA, J.(1999). “D10: Dynamic Prototype. Joint Dynamization and First Prototype” Proyecto ECONOMETRIST. Documento de Trabajo SEC/CE9901. Seminario de Economía Cuantitativa. Univ. de Castilla-La Mancha.

M.F.(2000). “Evolución de la Inversión Pública 1990-1998”.
Disponible: www.mfom.es/estadisticas/publicaciones/inversion.html

MOPTMA(1994). “Incidencia del Transporte en la Economía Española. Monografía de Infraestructuras”, informe encargado por la Dirección General de Planificación Territorial. Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente.

PULIDO, A. y FONTELA, E.(1993). “Análisis Input-Output: modelos, datos y aplicaciones”. Pirámide. Madrid.

RODRÍGUEZ, LÓPEZ, MARTÍNEZ, VÁZQUEZ(1988). “Evaluación del impacto de las Obras Civiles de carácter público a realizar con motivo de la Exposición Universal Sevilla-92”. XIV Reunión de Estudios Regionales de la AEER. Torremolinos.

SCHINTKE, J. y STÄGLIN, R.(1988). “Important Input Coefficients in Market Transactions Tables and Production Flow Tables” en Ciaschini, M. (Ed.). *Input-Output Analysis. Current Developments*. Chapman and Hall. Londres, Nueva York.

TARANCÓN MORÁN, M.A.(1998). “*Evaluación de la adopción de tecnologías del transporte terrestre: una aproximación*”. Documento de Trabajo / Mayo. Seminario de Economía Cuantitativa. Universidad de Castilla-La Mancha.

TARANCÓN MORÁN, M. A.(2002). “*Metodología de Ajuste y Coherencia de Tablas Input-Output. Aplicación a la Evaluación del Impacto Económico de la Inversión en Infraestructuras del Transporte*”. Tesis Doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha.

VÁZQUEZ MUÑÍZ, A. y TARANCÓN MORÁN, M.A.(1999). “*ANAIIS: Una metodología para la estimación y Ajuste de Tablas Input-Output*”. Documento de Trabajo Marzo. Seminario de Economía Cuantitativa. Universidad de Castilla – La Mancha.

ANEXO I. NOMENCLATURA

| | |
|----------|---|
| x_{ij} | elementos de la matriz de transacciones intermedias |
| y_{ik} | elementos de la matriz de demanda final |
| z_{dj} | elementos de la matriz de inputs primarios |
| w_j | elementos del vector de producción efectiva |
| q_j | suma de la columna j de la matriz de transacciones intermedias |
| v_i | suma de la fila i de la matriz de transacciones intermedias |
| sch | márgenes de variabilidad sobre coeficientes calculados mediante el algoritmo de Schintke y Stäglin (1988) |
| r | modificación relativa de los elementos |
| ω | ponderaciones de los elementos, |
| 0 | elementos de referencia |
| * | elementos ajustados |
| - + | márgenes inferior y superior, respectivamente |
| rmax | variabilidad máxima asumible |

ANEXO II. DESAGREGACIÓN R-25 EUROSTAT

| | |
|---|-----|
| RAMA DE ACTIVIDAD R25 | R25 |
| Prod. Agricultura, Silvicultura y Pesca | 01 |
| Fuel y Productos energéticos | 02 |
| Metales y minerales féreos y no-féreos | 03 |
| Prod. Minerales no-metálicos | 04 |
| Prod. químicos | 05 |
| Prod. metálicos | 06 |
| Máquinas agrícolas e Industriales | 07 |
| Máquinas de oficina, etc. | 08 |
| Material eléctrico | 09 |
| Material de transporte | 10 |
| Alimentación, bebidas y tabaco | 11 |
| Textiles y prendas de vestir, cuero, calzado | 12 |
| Papel y artículos de impresión | 13 |
| Productos de caucho y plástico | 14 |
| Otros prods. manufacturados | 15 |
| Edificios y obras de ingeniería | 16 |
| Serv. de recup. y rep.; comercio al por menor | 17 |
| Alojamiento y restauración | 18 |
| Servicios de transporte terrestre | 19 |
| Servicios de transporte marítimo y por avión | 20 |
| Servicios de transporte auxiliares | 21 |
| Comunicaciones | 22 |
| Créditos y seguros | 23 |
| Otros servicios de mercado | 24 |
| Otros servicios no de mercado | 25 |